

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

Апресян С.В.¹, Суонио В.К.¹, Степанов А.Г.², Ковальская Т.В.¹

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА САД-ПРОГРАММ В КОМПЛЕКСНОМ ЦИФРОВОМ ПЛАНИРОВАНИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

¹ФГБОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, г. Москва, Российская Федерация;

²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», 127473, г. Москва, Российская Федерация

Проведено сравнение стоматологических цифровых платформ в рамках комплексного планирования лечения.

Материал и методы. Цифровое планирование улыбки проводилось в программах 3Shape и Avantis 3D по идентичному протоколу.

Результаты и обсуждение. Исследования показали состоятельность обеих программ, с некоторым функциональным превосходством Avantis 3D, в случаях реабилитации стоматологических пациентов с артикуляционной дисгармонией. При математических расчетах методом конечных элементов также определена возможность использования функционального потенциала Avantis 3D.

Заключение. Исследуемые программы оптимальны при комплексном цифровом планировании стоматологического лечения и обеспечивают высокие функциональные и эстетические результаты. При наличии у пациента окклюзионных и артикуляционных дисгармоний целесообразно использовать программу Avantis 3D, обладающую расширенными функциональными возможностями регистрации биомеханики зубочелюстного аппарата. Программа Avantis 3D лучше адаптирована к сочетанному использованию САД- и САЕ-технологий математического моделирования биологических объектов.

Ключевые слова: Avantis 3D; 3Shape; цифровое планирование; математическое моделирование; стоматологическое лечение.

Для цитирования: Апресян С.В., Суонио В.К., Степанов А.Г., Ковальская Т.В. Оценка функционального потенциала САД-программ в комплексном цифровом планировании стоматологического лечения. Российский стоматологический журнал. 2020;24(3):131-134. <http://dx.doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-3-131-134>

Apresyan S.V.¹, Suonio V.K.¹, Stepanov A.G.², Kovalskaya T.V.¹

EVALUATION OF FUNCTIONAL POTENTIAL OF CAD-PROGRAMS IN INTEGRATED DIGITAL PLANNING OF DENTAL TREATMENT

¹Peoples' Friendship University of Russia, 117198, Moscow, Russian Federation;

²A.I. Evdokimov Moscow State Medical and Dental University, 127473, Moscow, Russian Federation

The article compares popular dental digital platforms as part of a comprehensive treatment planning. Digital smile planning was conducted into 3Shape and Avantis 3D on an identical protocol. The results of the study showed the viability of both programs, with some functional superiority with Avantis 3D, in the case of rehabilitation of dental patients with articulation disharmony. We also determined the possibility of applying Avantis 3D in mathematical calculations by finite element method.

Keywords: Avantis 3D; 3Shape; digital planning; mathematical modeling; dental treatment

For citation: Apresyan S.V., Suonio V.K., Stepanov A.G., Kovalskaya T.V. Evaluation of functional potential of CAD-programs in integrated digital planning of dental treatment. Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal. 2020;24(3):131-134. <http://dx.doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-3-131-134>

For correspondence: Samvel V. Apresyan Candidate of Medical Sciences, Professor of the Department of orthopaedic dentistry of the Peoples' Friendship University of Russia Medical Institute, dentist, E-mail: dr.apresyan@gmail.com

Acknowledgements: The study had no sponsorship.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Received 10.03.2020

Accepted 16.04.2020

Введение

Использование САД-программ (от англ. Computer Aided Design — система автоматизированного проектирования) для трехмерного планирования стоматологического лечения позволяет создавать точные индивидуальные ортопедические конструкции. Использование цифровых технологий на этапах стоматологического лечения дает возможность

не только добиться качественных функциональных показателей, но и улучшить эстетические результаты зубных протезов [1]. Создание виртуальной сцены стоматологического планирования способствует максимально точному приближению результата лечения к ожиданиям пациента. Зачастую используется концепция цифрового планирования улыбки в двухмерном режиме, когда как для непосредственного комплексного планирования стоматологиче-

Для корреспонденции: Апресян Самвел Владиславович, кандидат медицинских наук, профессор кафедры ортопедической стоматологии медицинского института РУДН, врач-стоматолог, E-mail: dr.apresyan@gmail.com

ского лечения необходимы 3D-объекты клинических и функциональных данных пациентов [2]. Принцип 2D-планирования улыбки основывается на работе с цифровыми фотографиями лица и зубных рядов пациента в ручном режиме [3].

Сегодня на стоматологическом рынке присутствует немало специализированных CAD-программ, позволяющих работать с трехмерными объектами [4]. Функционал подобных цифровых платформ отличается и используется специалистами по мере требований решения задач.

Цель нашего исследования — анализ функционального потенциала стоматологических CAD-программ в комплексном цифровом планировании стоматологического лечения.

Материал и методы

Этапы моделирования и выстраивания окклюзионных взаимоотношений

Для решения поставленной задачи нами были выбраны две CAD-программы цифрового планирования стоматологического лечения, позволяющие создать образ виртуального стоматологического пациента, — 3Shape и Avantis 3D. Анализ функционала упомянутых цифровых платформ проводили на примере создания прототипов зубных протезов.

Для создания виртуального пациента в программу 3Shape необходимо импортировать 2D-фотографии или 3D-скан лица, компьютерную томографию и цифровой слепок зубов верхней и нижней челюстей (рис. 1).

Оптические слепки зубных рядов верхней и нижней челюстей сопоставляются с 2D- или 3D-изображением лица пациента. В программу встроены виртуальные библиотеки зубов, которые подбираются индивидуально, исходя из функциональных особенностей и эстетических предпочтений (рис. 2).

Выбор и оптимизация прототипа будущих эстетических реставраций осуществляется с учетом индивидуальных настроек виртуального артикулятора. После проведения всех предварительных этапов моделирования и выстраивания окклюзионных взаимоотношений программа выдает окончательный вид прототипа зубных реставраций, который мы изготавливаем методом аддитивных технологий на 3D-принтере и используем в дальнейшем для создания макета (MockUP) (рис. 3).

Программа Avantis 3D является российской разработкой проф. А.Н. Ряховского. Программное обеспечение состоит из нескольких модулей, позволяющих создать комплексную сцену виртуального планирования стоматологического пациента.

Avantis 3D имеет те же функции планирования, что и программа 3Shape, но отличается рядом особенностей. В отличие от аналогичных программ, Avantis 3D дает возможность визуализации не только коронковых частей зубов, но и корневых. Данный фактор имеет принципиальное значение для плани-

рования ортопедического и ортодонтического лечения в целом и выстраивания гармоничных окклюзионных нагрузок в частности (рис. 4).

К дополнительным преимуществам программы Avantis 3D можно отнести:

- анализ положения головок нижней челюсти при клиническом определении положения центрального соотношения;
- анализ височно-нижнечелюстного сустава (выявление пациентов с дисфункцией);
- виртуальное определение положения центрального соотношения для дальнейшего ортопедического или ортодонтического лечения (рис. 5);
- виртуальное планирование перемещения фрагментов челюстей при их диспропорциональном развитии (ортогнатические операции);
- оценку динамической окклюзии, обусловленной индивидуальными артикуляционными движениями пациента;
- автоматический анализ состояния резервных сил пародонта опорных зубов;
- использование данных электронной аксиографии.

Создание виртуальной сцены стоматологического пациента начинается с импорта фотографий лица и зубов, компьютерной томографии и цифровых слепков зубов верхней и нижней челюстей (рис. 6).

Логическим завершением цифрового планирования является создание виртуального прототипа будущих зубных протезов (рис. 7).

Результаты комплексного цифрового планирования стоматологического лечения

Анализ функциональных возможностей программ 3Shape и Avantis 3D выявил превосходство последней в определенных клинических ситуациях.

Так, Avantis 3D не только включает статический анализ окклюзионных контактов зубных рядов, но и воспроизводит индивидуальные артикуляционные движения пациента в динамике. Функция использования электронной аксиографии при моделировании зубных протезов позволяет применять Avantis 3D в лечении пациентов с нейромышечными и суставными патологиями.

Другим неоспоримым преимуществом программы Avantis 3D является возможность конвертации элементов зубочелюстной системы пациентов в самостоятельные объемные изображения для дальнейшего использования в диагностике и лечении. Объемные изображения элементов зубочелюстной системы в трехмерном формате (файл STL) возможно использовать в точных математических расчетах методом конечных элементов для дальнейшего анализа клинической ситуации в САЕ-программах (программы для математического и инженерного анализа). Совместное использование стоматологической CAD- и САЕ-программ в комплексном

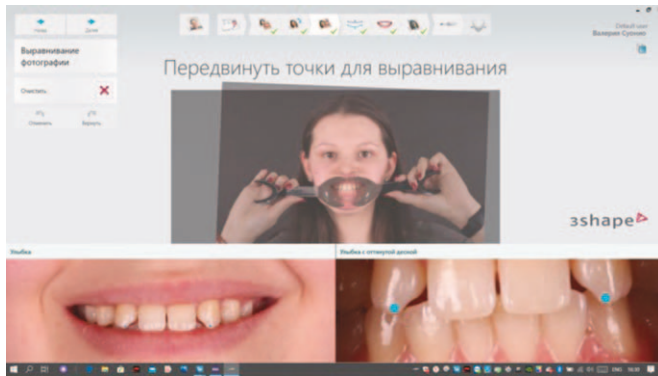


Рис. 1. Создание дизайна улыбки в 3Shape.

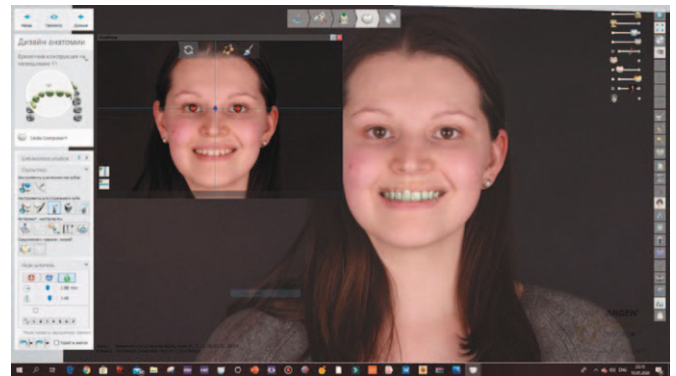


Рис. 2. Выбор виртуальной библиотеки зубов.

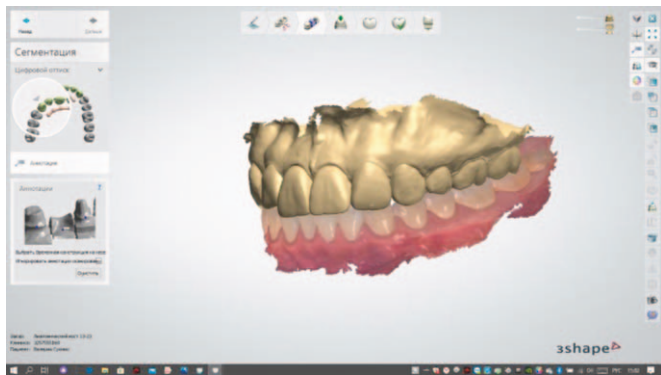


Рис. 3. Создание прототипа зубных рядов.

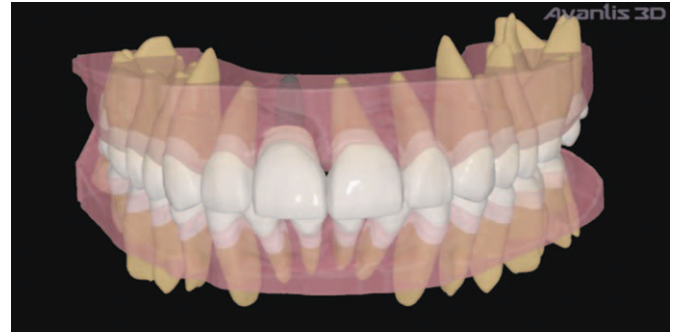


Рис. 4. Визуализация корней зубов.

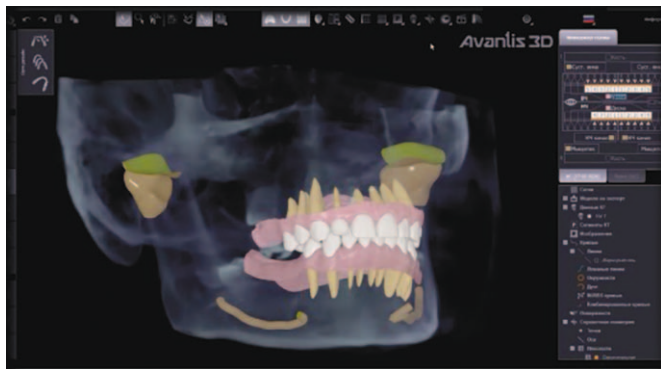


Рис. 5. Виртуально заданное положение центрального соотношения.

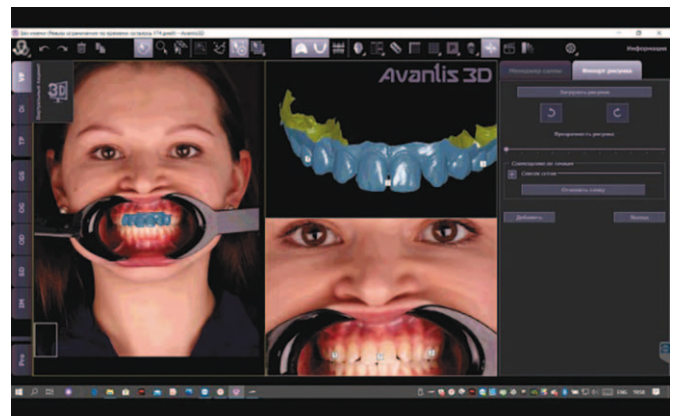


Рис. 6. Создание виртуальной сцены в Avantis 3D.

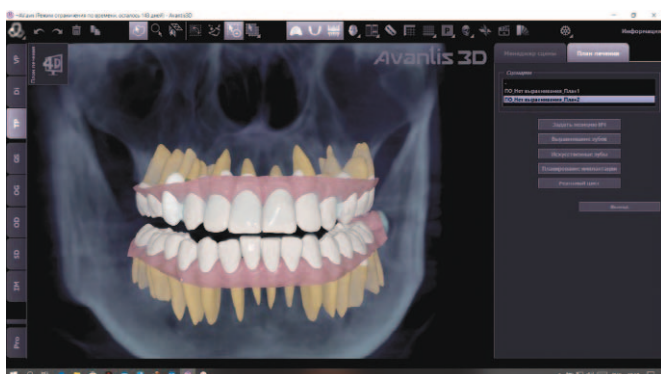


Рис. 7. Виртуальный прототип зубных протезов.



Рис. 8. Пациентка до лечения (слева) и на этапе MockUP (справа).

цифровом планировании описано в полученном нами патенте на изобретение РФ № 2693993 «Способ компьютерного моделирования восстановления биомеханических показателей зуба для равномерного распределения жевательной нагрузки на опорные ткани зуба и костную ткань» [5].

Результатом комплексного цифрового планирования стоматологического лечения в Avantis 3D является изготовление MockUP, который мы используем для согласования с пациентом формы и размера зубов будущих зубных протезов (рис. 8).

Заключение

Исследуемые программы являются оптимальными при комплексном цифровом планировании стоматологического лечения, обеспечивают высокие функциональные и эстетические результаты. Тем не менее при наличии у пациента окклюзионных и артикуляционных дисгармоний целесообразно использовать программу Avantis 3D, обладающую расширенными функциональными возможностями регистрации биомеханики зубочелюстного аппарата. Программа Avantis 3D также лучше адаптирована к сочетанному использованию CAD- и CAE-технологий математического моделирования биологических объектов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vandenberghe B. The digital patient – imaging science in dentistry. *J Dent.* 2018;74(Suppl 1):S21–6. Doi: 10.1016/j.jdent.2018.04.019.
2. Ряховский А.Н. Новые возможности планирования и реализации комплексного стоматологического лечения. *Цифровая стоматология.* 2014;(1):30–4.
3. Coachman C., Calamita M., Ricci A. Digital smile design: a tool for treatment planning and communication in esthetic dentistry. In: Goldstein R.E., Chu S.J., Lee E.A., Stappert C.F., eds. *Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry.* 3rd ed. Hoboken: Wiley & Sons; 2018. Doi: 10.1002/9781119272946.ch4.
4. Fasbinder D.J. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31(Spec No 4):2–11;quiz 12.
5. Апресян С.В., Антоник М.М. Клиническое обоснование эффективности способа коррекции дентальной имплантации с персонализированной объективизацией современными цифровыми методами. *Российский вестник дентальной имплантологии.* 2019;3–4(45–46):38–45.

REFERENCES

1. Vandenberghe B. The digital patient – imaging science in dentistry. *J Dent.* 2018;74(Suppl 1):S21–6. Doi: 10.1016/j.jdent.2018.04.019.
2. Ryakhovskiy AN. New opportunities for planning and implementing comprehensive dental treatment. *Tsifrovaya stomatologiya.* 2014;(1):30–4. (in Russian)
3. Coachman C, Calamita M, Ricci A. Digital smile design: a tool for treatment planning and communication in esthetic dentistry. In: Goldstein R.E., Chu S.J., Lee E.A., Stappert C.F., eds. *Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry.* 3rd ed. Hoboken: Wiley & Sons; 2018. Doi: 10.1002/9781119272946.ch4.
4. Fasbinder DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31(Spec No 4):2–11;quiz 12.
5. Apresyan SV, Antonik MM. Clinical justification of the effectiveness of the method of correction of dental implantation with personalized objectification by modern digital methods. *Rossiyskiy vestnik dental'noy implantologii.* 2019;3–4(45–46):38–45. (in Russian)

Поступила 10.03.2020
Принята к печати 16.04.2020